

IAP20 Rec'd PGT/PTO 25 JAN 2006

Beschreibung

Verfahren und Netzknoten zur Meldung mindestens eines ausgefallenen Verbindungsweges innerhalb eines Kommunikationsnetzes.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 8, sowie einen Netzknoten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

Zum Routing, zur Leitweglenkung bzw. zur Übertragung von Datenpaketen mit einer Zieladresse, wie Internet Protocol Pakete, kurz IP-Pakete, oder Protokoll Data Units, kurz PDUs, von einem Sender zu einem Empfänger in einem mehrere Netzknoten, wie beispielsweise Router, Switches oder Gateways, aufweisenden paketvermittelnden Datennetz, wie Internet Protocol Netze, kurz IP-Netze, oder Open System Interconnect Netze, kurz OSI-Netze, werden verschiedene Routingverfahren eingesetzt. Das Routing bestimmt, auf welchem Weg die Datenpakete vom Sender zum Empfänger, respektive Ziel, Ziel-Netzknoten oder Ziel-System gelangen.

Bekannte Routingverfahren sind das statische, halbdynamische oder dynamische Routing, die unter anderem durch Protokolle wie RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First) oder EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) für IP-Netze oder dem IS-IS Routing nach ISO 10589 für OSI-Netze verwirklicht werden.

Bei diesen Protokollen werden die Datenpakete meist über den kürzesten oder effektivsten Weg vom Sender zum Empfänger, respektive Ziel, übertragen. Alternativwege werden dabei nur im Fehlerfall berechnet bzw. ermittelt und verwendet.

Um eine höhere Ausfallsicherheit bei der Übertragung von Datenpaketen zu erreichen, wird das sogenannte Multipath Routing bzw. die Mehrwege Weiterleitung verwendet. Dabei werden

aufeinanderfolgende Pakete oder Gruppen von Paketen, sogenannte Flows, entsprechend einer festgelegten Verkehrsverteilung, die durch jeweils vergebene Verkehrsverteilungsgewichte bestimmt wird, über verschiedene bzw. mehrere Wege vom Sender
5 zum Empfänger übertragen.

Die Verkehrsverteilungsgewichte legen die Verkehrsbelastung pro Weg für eine Zieladresse fest. Das Verkehrsverteilungsgewicht ist üblicherweise ein Wert zwischen 0 und 1, wobei 0
10 für keinen Verkehr und 1 für maximalen Verkehr auf einer Verbindung bzw. einem Weg steht. Ein Verkehrsverteilungsgewicht von 1 bedeutet, dass alle Pakete über diesen Weg gesendet werden. Beim Multipath Routing, bei dem mehrere Wege zur Verfügung stehen, wird der Verkehr anhand der Gewichte aufgeteilt.
15 Die Summe der Verkehrsverteilungsgewichte zu einem Ziel in einem Netzknoten ergibt dementsprechend 1, d.h. 100% des Verkehrs. Auch andere Wertesysteme können für die Verkehrsverteilung verwendet werden, beispielsweise Prozentangaben zwischen 0% und 100%.

20 Dies soll an einem Beispiel verdeutlicht werden. Besitzt ein Netzknoten bzw. ein Router beispielsweise drei Wege zu einem Ziel bzw. Empfänger, so kann der Verkehr über alle drei Wege gleichmäßig aufgeteilt werden. Jeder Weg würde dann ein Verkehrsverteilungsgewicht von etwa 0,33 erhalten. Damit würde
25 je ein Drittel aller Pakete oder Flows über jeweils einen Weg gesendet werden. Auch andere Verteilungen sind möglich, beispielsweise 0,5 für den ersten, 0,3 für den zweiten und 0,2 für den dritten Weg. Mit dieser Verteilung werden 50% der Pakete über den ersten Weg, d.h. jedes zweite Paket wird über
30 diesen Weg weitergeleitet, 30% der Pakete über den zweiten Weg und 20% der Pakete über den dritten Weg gesendet. Die Verteilung kann je nach gewünschtem Verkehrsfluss, nach Auslastung der Verbindungen, Entfernungen pro Link, Anzahl der
35 Knoten zum Ziel oder nach anderen Kriterien festgelegt werden.

3.

Beim Multipath bzw. Mehrwege Routing muss a) in einem Netzknoten mehr als ein Weg, d.h. mindestens ein Alternativweg, zum Ziel zur Verfügung stehen. Dadurch kann eine schnelle lokale Reaktion auf Linkausfälle ermöglicht werden. Weiterhin darf b) die Verkettung der Multipath Routing Wege zwischen den Netzknoten und über mehrere Netzknoten hinweg nicht zu Schleifen führen. Routing-Schleifen führen zum Kreisen von Paketen im Netz. Kreisende Pakete erhöhen die Belastung der Links und Netzknoten im Datennetz, verringern damit auch die Transportkapazität des Netzes und führen zu erheblichen unnötigen Paketverzögerungen oder zu Paketverlusten.

Die Bedingungen a) und b) sind insoweit gegenläufig, als die Vermeidung von Routing-Schleifen häufig zu einer Einschränkung der zu einem Ziel hin möglichen und nutzbaren Multipath Wege bzw. Pfade führt.

Dies soll durch ein Beispiel verdeutlicht werden. Figur 1 zeigt eine Anordnung eines Teiles eines paketvermittelnden Datennetzes, beispielsweise ein Internet Protokoll (IP) Netz, bestehend aus drei Netzknoten R1, R2, R3, wie Router, Switches, Gateways oder anderen gleichartigen Schalteinrichtungen, die jeweils über Verbindungen bzw. Links L12, L13, L32 miteinander in einem Dreieck verbunden sind. Die Netzknoten R1 und R3 haben Verbindungen zu einem nicht dargestellten Teil des Datennetzes, über die sie Datenpakete erhalten. Diese Datenpakete sind für ein Ziel D bzw. für einen zugehörigen Zielknoten bestimmt, der am Netzknoten R2 angeschlossen ist und nur über diesen erreicht werden kann.

Vom Netzknoten R1 empfangene Datenpakete für das Ziel D werden über die Verbindung L12 zum Netzknoten R2 gesendet und an das Ziel D weitergeleitet. Ebenso werden vom Netzknoten R3 empfangene Datenpakete für das Ziel D über die Verbindung L32 zum Netzknoten R2 gesendet und an das Ziel D weitergeleitet.

Im weiteren werden Pakete betrachtet, die über den Netzknoten bzw. Router R1 und die Verbindung L12 zum Netzknoten bzw. Router R2 gesendet werden, um vom Netzknoten R2 zu ihrem Ziel D weitergeleitet zu werden. Dabei ist es unerheblich, ob es für diese Pakete außer dem Weg über den Netzknoten R1 auch andere Wege durch das betrachtete Netz gegeben hätte. In dem Moment, da ein Paket beim Netzknoten R1 angekommen ist und an den Netzknoten R2 weitergeleitet werden soll, tritt folgendes Problem auf: Bei normalem, sogenannten Shortest-Path-Routing würde der Netzknoten R1 Pakete zum Netzknoten R2 immer über die Verbindung L12 und der Netzknoten R3 Pakete zum Netzknoten R2 immer über die Verbindung L32 weiterleiten. Die Routing-Tabellen bezüglich der Weiterleitung von Paketen, welche die Zieladresse D tragen, wären also:

15

In Knoten R1:

Ziel	Nächster Knoten
D	R2

In Knoten R3:

Ziel	Nächster Knoten
D	R2

Um den jeweiligen Knoten eine schnelle lokale Reaktion auf Linkausfälle zu ermöglichen, würden sich beim Multipath Routing bzw. bei der Mehrwege-Weiterleitung die folgenden Alternativwege anbieten: Der Netzknoten R1 könnte Pakete zum Netzknoten R2 zunächst auch über die Verbindung L13 zum Netzknoten R3 weiterleiten, wenn sie von dort über die Verbindung L32 zum Netzknoten R2 weitergegeben werden. Ebenso könnte der Netzknoten R3 Pakete zum Netzknoten R2 über die Verbindung L13 an den Netzknoten R1 weiterleiten, wenn sie von dort über die Verbindung L12 zum Netzknoten R2 weitergegeben werden. Die Routing-Tabellen wären dann, einschließlich der Verkehrsverteilungsgewichte p_1 und p_3 , für die Alternativwege:

In Knoten R1:

5

Ziel	Nächster Knoten	Gewicht
D	R2	$1-p_1$
D	R3	p_1

In Knoten R3:

Ziel	Nächster Knoten	Gewicht
D	R2	$1-p_3$
D	R1	p_3

Würden bei rein zielbasierter Weiterleitungsentscheidung diese Routing-Tabellen verwendet, dann stellte sich mit der Wahrscheinlichkeit $p_1 p_3$ der Fall ein, dass beispielsweise ein Paket vom Netzknoten R1 auf dem Weg zum Netzknoten R2 erst über die Verbindung L13 zum Netzknoten R3 und anschließend wieder vom Netzknoten R3 über die Verbindung L13 zum Netzknoten R1 weitergeleitet würde. Mit der Wahrscheinlichkeit $(p_1 p_3)^2$ würde dies einem Paket zweimal hintereinander passieren. Die Wahrscheinlichkeit für ein n-maliges Hin- und Herschicken eines Paketes wäre $(p_1 p_3)^n$. Somit wäre die Weiterleitung von Paketen vom Netzknoten R1 nach Netzknoten R2 nicht schleifenfrei realisiert.

In einer älteren Patentanmeldung der Anmelderin mit dem DPMA Anmeldeaktenzeichen 10301265.6 ist zur Lösung des genannten Problems vorgesehen, von der Verkehrsverteilung abzusehen und stattdessen den Netzknoten lokal ausführbare Regeln zu geben. Das Verkehrsverteilungsgewicht für die kritischen Alternativpfade, also den potentiellen Schleifen, wird auf den minimalen Wert, d.h. auf Null gesetzt. Die Pfade werden aber in der Routing-Tabelle geführt und als sogenannte "Joker-Links" bezeichnet. Außerdem verwenden die Knoten nun die Regel, dass sie die mit dem minimalen Verkehrsverteilungsgewicht versehenen Links nur dann verwenden, wenn der gewünschte Nachbar-Router bzw. Next Hop über keinen anderen Weg mehr erreichbar ist, der ein positives Gewicht hat. Diese einfache Erweiterung des Prinzips der rein zielbasierten Mehrwege-

Weiterleitung von Paketen behebt das Problem der kreisenden Pakete, solange nur ein Link ausfällt.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass insbesondere beim Multipath oder Mehrwege Routing ein Ersatzweg zur Verfügung gestellt werden kann, wobei keine Pakete im Netz kreisen. Das Verfahren arbeitet dabei ohne Berücksichtigung der Ursprungsadresse von Paketen und ohne netzweite Zustandsinformationen.

Dieses Verfahren soll an Hand eines Beispiels verdeutlicht werden. Figur 1 zeigt die bereits einleitend beschriebene Anordnung eines Teiles eines paketvermittelnden Datennetzes. Ausgehend von der dort beschriebenen Vorgehensweise ergeben sich nun für das bekannte Verfahren die folgenden Einträge für das Ziel D in den Routing-Tabellen der Netzknoten R1 und R3:

In Knoten R1:

Ziel	Nächster Knoten	Gewicht
D	R2	1
D	R3	0

In Knoten R3:

Ziel	Nächster Knoten	Gewicht
D	R2	1
D	R1	0

Ein Paket, das am Netzknoten R1 zur Weiterleitung zum Ziel D ankommt, wird im Normalfall immer über die primäre Verbindung L12 direkt an den Netzknoten R2 weitergegeben. Nur wenn der Netzknoten R1 feststellt, dass die Verbindung L12 ausgefallen ist, wird beispielsweise lokal das Verteilungsgewicht geändert, und weitere Pakete zum Ziel D werden über den Ersatz-Routing-Weg L13 an den Netzknoten R3 weitergegeben. Die Einträge in der Routing-Tabelle des Netzknoten R1 bei Ausfall der Verbindung L12 wären dann dementsprechend:

In Knoten R1:

Ziel	Nächster Knoten	Gewicht
D	R3	1

Der Netzknoten R3 wiederum leitet die Pakete nur direkt über
5 seine primäre Verbindung L32 an den Netzknoten R2 weiter, da
er nach derselben Regel nur den Eintrag für das Ziel D in
seiner Routing-Tabelle verwendet, der ein positives Gewicht
trägt.

10 Nur wenn der Netzknoten R2 ausfällt bzw. beide Verbindungen
L12 und L32 ausfallen, können in diesem Beispiel Pakete für
das Ziel D zwischen Netzknoten R1 und Netzknoten R3 hin- und
hergesendet werden. Dadurch entsteht eine "one-hop" Routing
Schleife zwischen R1 und R3. Würde dadurch nur der Verkehr
15 zum Ziel D verloren gehen, entstünde kein größerer Schaden,
da das Ziel D wegen des Fehlers ohnehin nicht erreichbar ist.

Da die Verbindung L13 und die Ressourcen in den Netzknoten R1
und R3 auch von anderen Verkehrsbeziehungen genutzt werden,
20 wird dieser Verkehr durch die für das Ziel D bestimmten kreis-
senden Pakete zwischen R1 und R3 massiv beeinträchtigt. Die
kreisenden Pakete können die Verbindung L13 und die Netzkno-
ten bzw. Router R1 und R3 überlasten.

25 Eine intuitiv naheliegende Möglichkeit wäre, das sogenannte
Paket-forwarding im Netzknoten bzw. Router-Datenpfad so zu
modifizieren, dass der Netzknoten bzw. Router nie Pakete an
den Knoten zurücksendet, von dem er sie empfangen hat. Auch
wenn man dafür technische Lösungen erarbeiten kann, so sind
30 diese doch recht komplex und erfordern eine drastische Modi-
fikation der heutigen Netzknoten- bzw. Router-
Implementierungen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein aus mehreren Netzknoten bestehendes Kommunikationsnetz so zu betreiben, dass bei Verwendung von Joker-Links und bei Ausfall von Verbindungswegen Routing-Schleifen vermieden werden.

5

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruch 1 oder 8 bzw. durch einen Netzknoten gemäß Anspruch 9 gelöst.

- 10 Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass bei Einsatz von Joker-Links und Ausfall zweier Verbindungswege bzw. Verbindungen ein Kreisen von Paketen verhindert wird und so eine Überlastung von Verbindungswegen bzw. Verbindungen und Netzknoten vermieden wird. Die Erfindung gibt erstmals ein Verfahren an, mit dem automatisch und ohne Mitwirkung einer
- 15 zentralen Einheit Schleifen, die bei Verwendung von Joker-Links und Ausfall von Verbindungswegen entstehen können, erkannt und unterbrochen werden.
- 20 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

- In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird eine Nachricht bei Störungsbeginn und eine Nachricht bei Störungsende von einem Netzknoten an seinen Nachbarnetzknoten übermittelt. Dies hat den Vorteil, dass nur eine minimale Anzahl an Nachrichten zur Störungsübermittlung verwendet wird.
- 25

- In einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden so genannte Keep-Alive-Nachrichten erweitert und zur Störungsübermittlung verwendet. Dies hat den Vorteil, dass eine bekannte Nachricht zur Störungsübermittlung verwendet wird, die zudem sehr schnell und zyklisch generiert und übermittelt wird.
- 30

35

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend an Hand der bereits im Zusammenhang mit dem Stand der Technik beschriebenen Anordnung gemäß Figur 1 näher erläutert.

- 5 Figur 1 zeigt die bereits einleitend beschriebene Anordnung eines Teiles eines paketvermittelnden Datennetzes. Ausgehend von der dort beschriebenen Vorgehensweise tritt eine sogenannte "one-hop"-Schleife auf, wenn beide an den Joker-Link angrenzenden Router, im Beispiel die Netzknoten R1 und R3,
10 jeweils eine Störung oder einen Fehler in Richtung des Netzknotens R2 erkennen und autonom den Joker-Link in ihrer Richtung aktivieren.

- Bei der vorliegenden Erfindung wird jeder der beiden Netzknoten R1 und R3 darüber informiert, wenn der Netzknoten am anderen Ende des Joker-Links, im Beispiel R3 oder R1, den Netzknoten R2 nicht mehr erreichen kann.
15

- Wenn die Verbindung L12 gestört oder ausgefallen ist, verwendet der Netzknoten R1, wie eingangs beschrieben, seinen Joker Link zum Netzknoten R3, um Datenpakete zum Ziel D oder zum Netzknoten R2 zu senden. Außerdem informiert nun erfindungsgemäß der Netzknoten R1 den Netzknoten R3 unverzüglich über den Ausfall der Verbindung L12.
20

- 25 In analoger Weise verwendet der Netzknoten R3 seinen Joker Link zum Netzknoten R1, wenn die Verbindung L32 gestört oder ausgefallen ist, um Datenpakete zum Ziel D oder zum Netzknoten R2 zu senden. Erfindungsgemäß informiert der Netzknoten R3 den Netzknoten R1 unverzüglich über den Ausfall der Verbindung L32.
30

- Ist der Verbindungsweg L12 gestört, welches der primäre Verbindungsweg des Netzknoten R1 zum Netzknoten R3 ist, so verwendet der Netzknoten R1 seinen Joker-Link, der über die Verbindung L13 zum Netzknoten R3 führt, und sendet über diesen
35

10

Ersatz-Routing-Weg Datenpakete zum Ziel D bzw. zum Netzknoten R2. Unmittelbar nach Auftreten der Störung und Verwendung des Joker-Links im Netzknoten R1 sendet dieser eine Nachricht über den Verbindungsweg L13 an den Netzknoten R3, dass die
5 Verbindung L12 ausgefallen ist und/oder der Netzknoten R2 nicht mehr direkt über seinen primären Verbindungsweg erreichbar ist.

Nach Empfang und Auswertung dieser Nachricht im Netzknoten R3
10 weiß dieser, dass der Netzknoten R1 den Netzknoten R2 nicht mehr direkt erreichen kann. Der Netzknoten R3 wird nun derart gesteuert, dass der Joker-Link über den Verbindungsweg L13 zum Netzknoten R1 für Datenpakete, die zum Ziel D oder Netzknoten R2 gesendet werden, nicht mehr verwendet wird. Dies
15 kann dadurch erfolgen, dass der Joker-Link aus der Routing-Tabelle des Netzknotens R3 gelöscht wird. Ebenso kann der Joker-Link in der Routing-Tabelle verbleiben und mit einer Markierung bzw. einem Flag versehen werden, dass dieser Link derzeit nicht verwendet wird. Viele Varianten sind hier denk-
20 bar.

Ist nun auch noch der Verbindungsweg L32 gestört oder ausgefallen, so weiß der Netzknoten R3, dass das Ziel D oder der Netzknoten R2 nicht mehr über den Netzknoten R1 und auch
25 nicht direkt über den primären Verbindungsweg von Netzknoten R3 zu Netzknoten R2 erreichbar ist. Der im Netzknoten R3 noch eventuell vorhandene inaktive Joker-Link zum Netzknoten R1 wird, da bereits markiert oder gelöscht, nicht verwendet. Eingehende Datenpakete für das Ziel D oder den Netzknoten R2
30 werden im Netzknoten R3 verworfen, sofern der Netzknoten R2 nicht über andere Netzknoten erreichbar ist.

Unmittelbar nach Störung der Verbindung L32 sendet der Netzknoten R3 eine Nachricht an den Netzknoten R1, dass die Verbindung L32 ausgefallen ist und/oder der Netzknoten R2 nicht
35 mehr direkt, über seinen primären Verbindungsweg erreichbar ist.

Der Netzknoten R1 wird daraufhin so gesteuert, dass er seinen aktiven Joker-Link zum Netzknoten R3 für Datenpakete zum Ziel D bzw. zum Netzknoten R2 außer Betrieb nimmt und Datenpakete für das Ziel D verwirft, sofern das Ziel D nicht über andere Netzknoten erreichbar ist.

Dadurch werden, wenn beide Verbindungen L12 und L32 gestört oder ausgefallen sind bzw. der Netzknoten R2 ausgefallen ist, keine Pakete auf der Verbindung L13 zwischen den Netzknoten R1 und R3 hin- und hergesendet (Ping-Pong). Das hat zur Folge, dass die Verbindung L13 und die Netzknoten R1 und R3 nicht überlastet werden.

Die Signalisierung des ausgefallenen Links erfolgt, wie beschrieben, dadurch, dass eine Nachricht vom Netzknoten R1 an den Netzknoten R3 oder/und umgekehrt gesendet wird.

Die Signalisierung kann durch ein Signal realisiert sein, das sich so lange wiederholt, wie der Fehler besteht.

Die Signalisierung kann durch eine sich zyklisch wiederholende Nachricht mit einer Störungsinformation realisiert sein. Die Nachricht kann eine Protocol Data Unit, kurz PDU, bzw. ein Paket sein.

Ebenso kann die Signalisierung dadurch realisiert sein, dass im fehlerfreien Zustand zyklisch Signale oder Nachrichten gesendet werden, die bei Auftreten einer Störung oder eines Fehlers ausbleiben. Hier erfolgt ein inverser Betrieb und eine inverse Steuerung des Netzknotens zum vorher beschriebenen Beispiel. D.h., bei Ausbleiben der Nachrichten wird ein Fehler erkannt und analog reagiert.

Die Signalisierung kann durch einen abgesicherten Signal- oder Nachrichtenaustausch verwirklicht sein, bei dem bspw. bei Störungsbeginn bzw. beim Auftreten einer Störung eine Nach-

12

richt gesendet wird und bei Störungsende eine weitere Entwarnungs-Nachricht gesendet wird.

Die Signalisierung kann auch durch ein Routing-Protokoll realisiert werden oder in ein Routing-Protokoll eingebettet werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Signalisierung unmittelbar nach Auftreten einer Störung erfolgt, so dass die Verbindung L13 nicht überlastet wird. Übliche Routing-Protokolle benötigen hierzu zuviel Zeit.

10

Die Signalisierung kann auch dadurch verwirklicht werden, dass jeder Verbindungsweg durch eine Fehlerüberwachung mit speziellen, schnellen, sogenannten Keep-Alive Paketen auf Fehler getestet wird. In diesem Fall wird das Paketformat dieser Keep-Alive-Pakete bzw. -Nachrichten um Felder erweitert, so dass variabel eine oder mehrere Netzknotennummern eingebettet bzw. eingefügt werden können. Wenn ein Netzknoten eine Störung eines Verbindungsweges erkennt, fügt er die Knotennummer des nicht erreichbaren Netzknotens so lange in die Keep-Alive-Pakete ein bzw. in seinen Keep-Alive-Strom zum Nachbar-netzknoten ein, so lange die Störung bzw. der Fehler besteht. Dadurch weiß der benachbarte Netzknoten, dass über diesen Netzknoten der in die empfangenen Keep-Alive-Pakete eingefügte Netzknotennummer nicht mehr erreichbar ist und die Aktivierung eines Joker-Link dorthin unwirksam wäre.

Im Beispiel gemäß Figur 1 würde der Netzknoten R1 bei Ausfall des primären Verbindungsweges L12 zum Netzknoten R2 seinen Joker-Link zum Netzknoten R3 für Datenverkehr zum Ziel D oder zum Netzknoten R2 aktivieren und in seine Nachrichten bzw. Keep-Alive-Pakete, die über den Verbindungsweg L13 bzw. Ersatz-Routing-Weg zum Netzknoten R3 gesendet werden, die Netzknotennummer des Netzknotens R2 eintragen. Damit weiß der Netzknoten R3, dass über den Netzknoten R1 kein Verbindungsweg zum Netzknoten R2 bzw. zum Ziel D verfügbar ist.

13

Fällt nun der Verbindungsweg L32 aus, so nimmt der Netzknoten R3 seinen Joker-Link über den Verbindungsweg L13 zum Netzknoten R1 gar nicht erst in Betrieb. Ebenso könnte er bei eintreffen der Nachricht mit der Störungsinformation bzw. des
5 Keep-Alive-Paketes mit der Störungsinformation den Joker-link außer Betrieb nehmen oder in seiner Routing-Tabelle löschen.

So lange wie Netzknoten R1 keinen Weg zu Netzknoten R2 hat, findet der Netzknoten R3 in den Keep-Alive-Paketen von Netzknoten R1 die Knotennummer des Netzknoten R2. Sofern der
10 Netzknoten R3 ein Joker-Link zum Netzknoten R2 bzw. Ziel D über den Netzknoten R1 in Betrieb hat, nimmt er ihn außer Betrieb.

Erst wenn Netzknoten R1 nicht mehr die Knotennummer von Netzknoten R2 in den Nachrichten bzw. Keep-Alive-Paketen meldet, der Verbindungsweg L12 wieder störungsfrei ist bzw. zwischen Netzknoten R1 und Netzknoten R2 wieder ein Verbindungsweg existiert, darf der Netzknoten R3 seinen Joker-Link (wieder)
20 in Betrieb nehmen.

Im Falle des Ausfalls des Netzknotens R2 oder der beiden Verbindungen L12 und L32 würden beide Netzknoten R1 und R3 die Knotennummer des Netzknotens R2 in die jeweiligen Keep-Alive-Pakete einfügen bzw. einspeisen und beide Joker-Links nicht
25 in Betrieb bzw. außer Betrieb nehmen.

Erst wenn einer der beiden Netzknoten R1 oder R3 wieder einen Weg hat, kann der andere Netzknoten gegebenenfalls einen Joker-Link aktivieren.
30

Dadurch werden Schleifen vermieden bzw. falls sie wegen eines gleichzeitigen Aktivierens des Jokers in beiden Richtungen aufgetreten sein sollten, sofort aufgelöst.

35 Alternativ kann ein Netzknoten vor Inbetriebnahme eines Joker-Link die Netzknotennummer eines eigentlich erreichbaren

14

Netzknoten, im Beispiel Netzknoten R2, einspeisen und erst nach einer Schutzzeit seiner Joker-Link aktivieren. Zum Beispiel n Keep-Alive-Paket Perioden die Knotennummer einspeisen und erst, wenn nach einer gewissen Zeit der Nachbarnetzknoten
5 keinen Fehler meldet, seinen Joker-Link aktivieren und die testweise eingefügte Netzknotennummer entfernen.

Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass es sehr schnell ist und Überlastungen von Verbindungswegen verhindert. Dies
10 ist besonders vorteilhaft für Übertragung von Sprachdaten (Voice over IP), da hier Verzögerungen oder Verluste von Sprachdaten bei überlasteten Verbindungswegen besonders nachteilig sind. Routing-Protokolle, die Informationen über gestörte oder ausgefallene Verbindungswege austauschen sind
15 wesentlich langsamer als das beschriebene Verfahren. Zudem wird hier oft ein eventuell unerwünschtes Re-Routing angestoßen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann durch eine einfach zu
20 implementierende Software-Lösung realisiert werden.

25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Meldung mindestens eines ausgefallenen Verbindungsweges eines ersten Netzknotens an einen zweiten Netzknoten eines mehrere Netzknoten aufweisenden paketvermittelnden Kommunikationsnetzes, bei dem mindestens ein Netzknoten ein Zielnetz-knoten ist, der durch jeweils einen Verbindungsweg mit mindestens dem ersten und dem zweiten Netzknoten verbunden ist, die untereinander durch einen weiteren Verbindungsweg verbunden sind, und dass in den Netzknoten jeweils eine Routing-Tabelle enthalten ist und in der Routing Tabelle des ersten Netzknoten der direkte Verbindungsweg vom ersten Netzknoten zum Zielnetz-knoten als primärer Routing-Weg und der vom ersten Netzknoten über den zweiten Netzknoten zum Ziel-Netz-knoten führende Weg als Ersatz-Routing-Weg eingetragen ist und dementsprechend in der Routing Tabelle des zweiten Netzknoten der direkte Verbindungsweg vom zweiten Netzknoten zum Zielnetz-knoten als primärer Routing-Weg und der vom zweiten Netzknoten über den ersten Netzknoten zum Ziel-Netz-knoten führende Weg als Ersatz-Routing-Weg eingetragen ist und die jeweiligen Ersatz-Routing-Wege nur bei Störung des primären Routing-Weges verwendet werden,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass eine Störung des zwischen dem ersten Netzknoten und dem Zielnetz-knoten vorhandenen primären Verbindungsweges vom ersten Netzknoten durch eine an den zweiten Netzknoten gerichtete Nachricht gemeldet wird, die den zweiten Netzknoten in der Weise steuert, dass bei Ausfall seines zum Ziel-Netz-knoten führenden primären Verbindungsweges eine Übermittlung von Datenpaketen zum Zielnetz-knoten über den Ersatz-Routing-Weg, der vom zweiten Netzknoten über den ersten Netzknoten zum Ziel-Netz-knoten führt, verhindert wird,
und dass in analoger Weise der zweite Netzknoten bei Störung seines primären Verbindungsweges eine Nachricht abgibt und der erste Netzknoten entsprechend gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nachricht unmittelbar nach der aufgetretenen Störung
des primären Verbindungsweges an den Nachbarnetzknoten gesen-
5 det wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nachricht zyklisch solange übermittelt wird, solange
10 die Störung des primären Verbindungs-Weges andauert.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet;
dass eine Nachricht bei Störungsbeginn und eine Nachricht bei
15 Störungsende des primären Verbindungsweges eines Netzknotens
an seinen Nachbarnetzknoten übermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Störung unmittelbar durch ein Routing-Protokoll über-
mittelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass eine Keep-Alive-Nachricht um mindestens ein Feld erwei-
tert wird, in welchem die Störungsmeldung zum Nachbarnetzkno-
ten eingetragen wird und diese Keep-Alive-Nachricht zur Stö-
rungsübermittlung verwendet wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei einer Störung des primären Verbindungsweges eines
Netzknotens seine Netzknoten-Identifikationsnummer in die
Nachricht eingesetzt wird und diese mindestens über den Er-
35 satz-Routing-Weg zum Nachbarnetzknoten übermittelt wird.

8. Verfahren zur Meldung mindestens eines ausgefallenen Verbindungsweges eines ersten Netzknotens an einen zweiten Netzknoten eines mehrere Netzknoten aufweisenden paketvermittelnden Kommunikationsnetzes, bei dem mindestens ein Netzknoten ein Zielnetz-knoten ist, der durch jeweils einen Verbindungsweg mit mindestens dem ersten und dem zweiten Netzknoten verbunden ist, die untereinander durch einen weiteren Verbindungsweg verbunden sind, und dass in den Netzknoten jeweils eine Routing-Tabelle enthalten ist und in der Routing Tabelle des ersten Netzknoten der direkte Verbindungsweg vom ersten Netzknoten zum Zielnetz-knoten als primärer Routing-Weg und der vom ersten Netzknoten über den zweiten Netzknoten zum Ziel-Netzknoten führende Weg als Ersatz-Routing-Weg eingetragen ist und in der Routing Tabelle des zweiten Netzknoten der direkte Verbindungsweg vom zweiten Netzknoten zum Zielnetz-knoten als primärer Routing-Weg und der vom zweiten Netzknoten über den ersten Netzknoten zum Ziel-Netzknoten führende Weg als Ersatz-Routing-Weg eingetragen ist und die Ersatz-Routing-Wege jeweils nur bei Störung des primären Routing-Weges verwendet werden,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der erste Netzknoten im fehlerfreien Zustand zyklisch Nachrichten an mindestens den zweiten Netzknoten übermittelt, die bei einer Störung des primären Verbindungsweges zum Ziel-netzknoten des ersten Netzknoten ausbleiben und dass der zweite Netzknoten in der Weise gesteuert wird, dass beim Ausbleiben der Nachrichten vom ersten Netzknoten und bei Ausfall seines primären Verbindungsweges zum Zielnetz-knoten eine Übermittlung von Datenpaketen zum Zielnetz-knoten über den Ersatz-Routing-Weg, der vom zweiten Netzknoten über den ersten Netzknoten zum Ziel-Netzknoten führt, verhindert wird, und dass in analoger Weise der zweite Netzknoten bei Störung seines primären Verbindungsweges keine Nachrichten abgibt und der erste Netzknoten entsprechend gesteuert wird.

35

9. Netzknoten für ein mehrere Netzknoten aufweisendes Kommunikationsnetz,

18

dadurch gekennzeichnet,
dass er nach einem Verfahren gemäß einem der vorhergehenden
Ansprüche betreibbar ist.

